

## FACTIBILIDAD Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DE UN MÓDULO EXPERTO APLICABLE AL DISEÑO BIOCLIMÁTICO

Jorge Daniel Czajkowski

IDEHAB, Instituto de Estudios del Hábitat. Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de La Plata  
Calle 47 N°162. C.C.478 (1900) La Plata, Buenos Aires. Tel./Fax.: 54-21-214705. E-mail: czajko@isis.unlp.edu.ar.

### RESUMEN

Se discute la factibilidad de desarrollar un módulo experto, también denominado Sistema basado en el conocimiento (Knowledge Based Systems), adosable a los sistemas informatizados construidos y expuestos en otras reuniones y sus características generales. Con este módulo se pretende tender al mejoramiento del acceso al conocimiento bioclimático por parte de profesionales del diseño edilicio, a partir de un modelo de simulación del conocimiento.

### INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha estado trabajando activamente en temas relacionados con investigación y transferencia en el campo del hábitat y la energía.

De esto surge que es innegable la resistencia que exponen una buena parte de los profesionales del sector construcciones a la aplicación de conceptos bioclimáticos. Entre otras razones se aduce que la utilización de este enfoque les significa introducir condicionantes de diseño difíciles de superar, sumado a la complejidad de las verificaciones. Debemos reconocer que deben manejarse simultáneamente numerosas variables y que debe poseerse una buena formación técnica para concretar un edificio bioclimático cuantitativamente concebido.

A esto debemos agregar que en nuestro país existen pocos profesionales entrenados con medio nivel de formación bioclimática y los de alto nivel no pasan de algunas decenas.

Esto llevó a pensar hace algunos años en la posibilidad de desarrollar herramientas informatizadas que se encargaran de los procesos de verificación, simplificando todos los pasos posibles, y con un manejo conceptual del problema. Para esto junto al equipo, se trabajó activamente en docencia de grado y posgrado, se redactaron apuntes, se concibieron prácticas, se desarrolló software de distinto grado de complejidad, se publicaron libros, pero siempre quedó la inquietud de pensar que sucede con un profesional, aislado en algún punto del interior del país que posee alguna inquietud en el tema y no cuenta con un asesoramiento accesible por razones de distancia o conocimiento.

Es así que se pensó en dotar a los sistemas informatizados de diagnóstico tipológico-energéticos, de un módulo experto<sup>(1)</sup> que colaborara en la interpretación de la información que surge de sistemas, tales como, "EnergoCAD"<sup>(2)</sup> y "EnerNorm"<sup>(3)</sup>. Se vio que podrían plantearse dos niveles de sistemas expertos para ayudar al usuario en: a. concebir un edificio adecuado a los diversos climas del país y b. ayudar en la interpretación de las evaluaciones para la mejora del prototipo.

El primer nivel es el que presentaría mayores complicaciones en su desarrollo por tener que trabajar con conceptos y frases que deben ser claras, precisas y dar respuestas coherentes. En principio se cuenta con suficiente material para formular las REGLAS<sup>(4)</sup> y la BASE DE CONOCIMIENTOS<sup>(5)</sup> del sistema. Las mayores dificultades se presentarían en poder contar con recursos humanos experimentados y herramientas de desarrollo.

Conceptualmente un sistema experto, de algún modo sería similar a como opera un experto humano que ante un determinado problema lo resuelve con prontitud, con una gran eficacia resolutoria, con un nivel de organización alto, posee estrategias y tácticas, la búsqueda de soluciones es heurística y los cálculos son aproximados. Ahora, porque plantear un sistema de estas características, en principio porque los expertos nacionales son pocos, están dispersos y muchas veces son desconocidos en su propio medio. Por otra parte significaría una herramienta útil para los expertos ya que podría permitir profundizar el nivel de conocimientos sobre el tema, facilitando el trabajo en las etapas de análisis de la información y/o en las etapas de ideas preliminares y anteproyecto.

En principio se está trabajando en la determinación de pocas reglas que permitan tratar cuestiones generales del diseño bioclimático para ir progresando en la experiencia. De más está decir que el diseño de un edificio es mucho más complejo que las breves respuestas que pueda dar este módulo, pero con limitaciones es necesario comenzar a trabajar en el tema, ya que existe un gran vacío en este campo aplicado a nuestra área de conocimiento.

### EL MÓDULO EXPERTO Y SU ENTORNO

Hoy contamos con máquinas, periféricos y sistemas operativos poderosos y de bajo costo relativo para sugerir un Sistema Experto orientado al Diseño Bioclimático de Edificios. La bibliografía recomienda el uso de lenguajes como el LISP o el PROLOG, buenos sistemas de generación de ventanas de diálogo y sistemas operativos potentes como el UNIX. Utilizando como soporte de hardware equipos tipo workstation.

### Comunicación

Pensamos, que aceptando estas recomendaciones como válidas, en la realidad nacional los profesionales están mucho más cerca de contar con un equipo Pentium - Win95 o NT que utilizar workstations - Unix. Los equipos compatibles y sus sistemas operativos han evolucionado lo suficiente para casi equipararse con los anteriormente mencionados.

Como ejemplo, la primer versión del Sistema "EnergCAD" se realizó sobre la base de la versión 10 del AutoCAD cuando en el mercado se comercializaba la versión 12, pero el costo del primero era una décima parte del último y funciona en equipos tipo AT286. Creemos entonces que deberíamos seguir trabajando en esta línea de pensamiento.

La mayor dificultad es el desarrollo del SHELL<sup>(6)</sup> y las herramientas con que crear el sistema experto. Debe ser lo suficientemente flexible para poder adaptarse a diversas bases de conocimiento. La decisión final del modo de procesamiento del conocimiento y el tipo de SHELL corresponde al experto o grupo de expertos que conciben el sistema. Esto debe ser así ya que es el Sistema Experto el que debe adaptarse a modo de trabajo del Experto y no a la inversa. Otra de las grandes ventajas de desarrollar sistemas de estas características es que ayudan a tomar decisiones al experto por las experiencias acumuladas en las bases de conocimiento y no como se piensa, que tienden a sustituirlo.

En el mundo anglosajón se acuñó el término *Knowledge Engineer* o ingeniero del conocimiento para definir al especialista que se encarga del desarrollo de Sistemas Expertos. Este es el mediador entre el experto que pone a su disposición sus conocimientos y el especialista informático que desarrolla el sistema, actuando de intérprete. Entre el ingeniero o arquitecto del conocimiento y el especialista bioclimático deben extraer el conocimiento mediante la formulación de preguntas, su estructuración para convertirlas en una forma de representación comprensible por una computadora. Debe elegir los medios auxiliares necesarios para su actividad, sean métodos, hardware, lenguajes o Shells, siendo también responsable del entrenamiento del usuario final.

La bibliografía sugiere que este personaje sea ante todo informático, que cuente con gran intuición y tacto, ya que es usual que el experto se maneje con un cierto grado de intuición en la toma de decisiones y que en ciertos casos no sepan volcar de manera inmediata su conocimiento.

En nuestro caso debemos considerar que el segundo nivel de Sistema Experto debería tomar decisiones a partir de un entorno de procesamiento de datos existente, utilizando los datos existentes o los generados en la evaluación.

Es indiscutible que con la tecnología de los Sistemas Expertos es posible ampliar las posibilidades de la tecnología convencional de procesamiento de datos, almacenando conocimientos y experiencias de nuestros expertos bioclimáticos, socializándolos y facilitando el acercamiento al tema de un amplio espectro profesional.

## COMPONENTES DE UN SISTEMA EXPERTO BIOCLIMÁTICO

La mayor parte de los Sistemas Expertos desarrollados hasta la fecha distingue por un lado *el Conocimiento* y por el otro *su Mecanismo de Valoración*, representados en la práctica por una *Base de Conocimientos* y un *Shell*, respectivamente.

En el Sistema Experto el conocimiento se almacena en una Base de Conocimientos y los demás componentes del sistema configuran el Shell.

En el Sistema Experto el Shell no solo contiene los mecanismos de valoración, sino también las herramientas para el mantenimiento de la base de conocimientos (estructura, verificación, modificación, etc.), componentes que están caracterizados por formalismos de representación del conocimiento en que se basa el Sistema Experto.

Los componentes básicos del Shell del Sistema Experto Bioclimático serían:

- ✓ Componente de resolución de problemas.
- ✓ Componente de adquisición de conocimientos.
- ✓ Componente explicativo (quizás efectivizado en ambiente gráfico CAD o con un soporte similar).
- ✓ Componente de diálogo (efectivizado mediante ventanas y en mediano plazo mediante el uso de tecnología multimedial).

### Componente de resolución de problemas

Contiene los mecanismos de valoración del conocimiento como ser los mecanismos de inferencia para la valoración de reglas. Permite extraer conclusiones del conocimiento representado y vehiculiza el diálogo con el usuario, actuando de interfaz entre el sistema y el usuario.

### Componente de adquisición de conocimientos.

Contiene los programas y rutinas necesarias para la estructuración y mejora del conocimiento contenida en la Base de Conocimiento. Debe contar con rutinas que detecten errores e inconsistencias en la entrada de datos.

### Componente explicativo

Está concebido para que los caminos de solución de problemas puedan ser reproducibles. En otras palabras en un componente que da explicación a preguntas tales como ¿porque se sugieren ciertas soluciones o porque se han tomado ciertas decisiones ante un problema determinado?. Tiende a colaborar con el arquitecto del conocimiento y el experto cuando desean comprobar la secuencia de solución de un problema. Ayuda también al usuario final cuando desea saber porque al evaluar los resultados se sugieren recomendaciones inesperadas, como por ejemplo, recomendar la no utilización o utilización con grandes precauciones de invernaderos adosados o muros Trombe-Michell en el área del gran Buenos Aires.

### Componente de diálogo

Forma la base de las interfaces de usuario del Sistema Experto y habitualmente se conciben como módulos fijos de software en cuanto a formatos de pantalla, gráficos, menús, sonido, punteros, etc.

Un Sistema Experto posee varias interfaces de usuario:

- ✓ La del componente de adquisición del conocimiento, para el arquitecto o ingeniero del conocimiento y el especialista.
- ✓ La del componente explicativo, para el arquitecto o ingeniero del conocimiento, el especialista y el usuario.
- ✓ Para la consulta; en cuanto a como se plantean las preguntas, se aceptan las respuestas y se emiten los resultados.

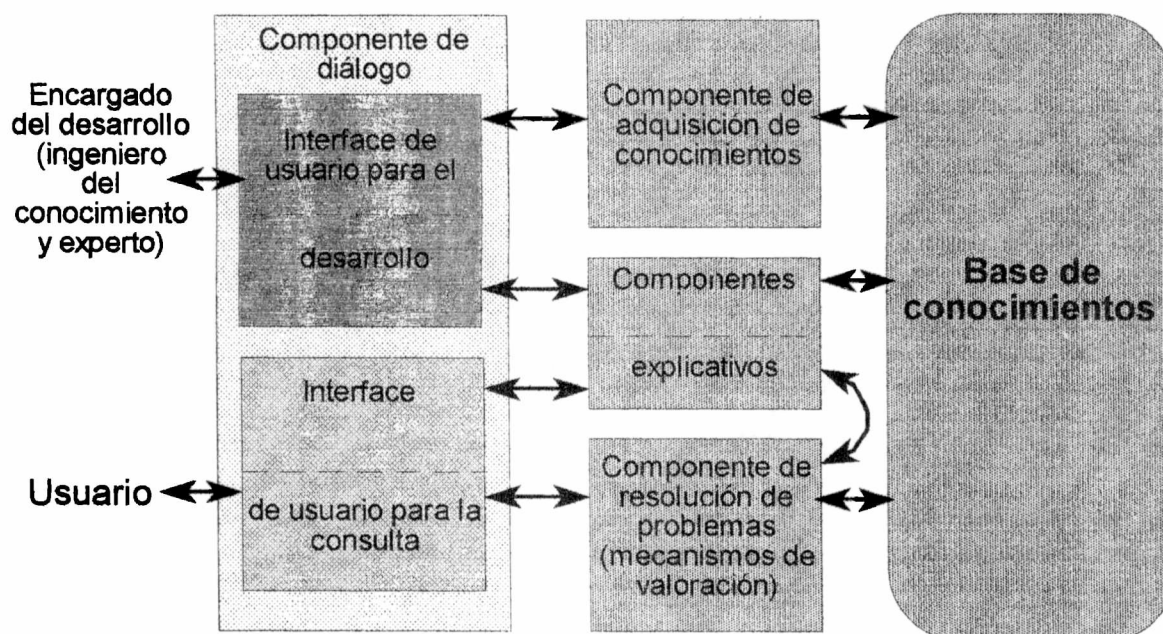


Figura 1: Componentes de un Sistema Experto.

### CONCLUSIÓN

Sobre esta base conceptual se trabaja en la factibilidad de desarrollar un modulo experto piloto que en una primer etapa facilite la interpretación de los resultados volcados por los sistemas mencionados.

En esta etapa y hasta contar con recursos suficientes para encarar un sistema ambicioso se continuará trabajando en la definición de reglas y en la base de conocimientos. En cuanto a una primer versión funcional se preve realizarla en un lenguaje estructurado en el corto plazo.

Estas actividades forman parte del plan de trabajos para los próximos 5 años de la carrera de investigador del CONICET.

### Comunicación

## **BIBLIOGRAFIA:**

1. **Nebendahl, Dieter.** "Sistemas expertos. Introducción a la técnica y aplicación". Marcombo Boixareu editores. Barcelona, 1988. (252 pág)
2. **Rich, Elaine y Knight, Kevin.** "Inteligencia artificial". Edit. Mc Graw Hill. Madrid, 1994. (702 pág)
3. **Sánchez y Beltrán, J.P.** "Sistemas expertos. Una metodología de programación". Edit. Ra-Ma. Madrid, 1988. (262 pág).

## **REFERENCIAS:**

1. Los sistemas expertos son programas que simulan el comportamiento de los expertos humanos a la hora de resolver problemas.
2. Czajkowski J. y Rosenfeld E. "EnergoCAD: Sistema informatizado para el diseño bioclimático de alternativas edilicias". Actas ASADES 15. Catamarca, 1992. Pág 127-136.
3. Czajkowski J.; Rosenfeld E. y Tesler J. "ENERNORM: Sistema informatizado para la evaluación bioambiental de edificios y sus partes según normas nacionales". Actas ASADES 19. Mar del Plata, 1996. Pág 06.5 - 8.
4. Concepto de la psicología cognitiva para la descripción de las reglas en forma de "si... entonces..."; en relación con Sistemas Expertos: formalismos para la representación del conocimiento a través de reglas si-entonces.
5. Componente de un Sistema Experto; contiene el conocimiento formalizado, evaluable. Requiere de un procedimiento para representar el conocimiento (experiencia) en Sistemas Expertos de manera formalizada.
6. Un SHELL es literalmente la "concha" de un Sistema Experto sin la base de conocimientos específica del campo de interés del sistema. De algún modo es la estructura vacía que se convierte en Sistema Experto cuando se le incorpora la base de conocimiento.